

(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 08152638 A

(43) Date of publication of application: 11.06.96

(51) Int. Cl. G02F 1/1337
G02F 1/1337

(21) Application number: 07194810

(22) Date of filing: 31.07.95

(30) Priority: 26.09.94 JP 06229467

(71) Applicant: FUJITSU LTD

(72) Inventor: TANUMA SEIJI
SASABAYASHI TAKASHI
MAYAMA TAKEMUNE

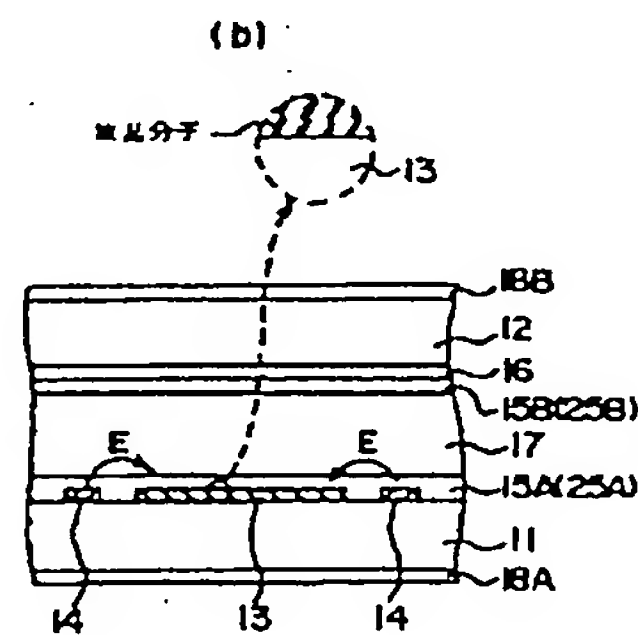
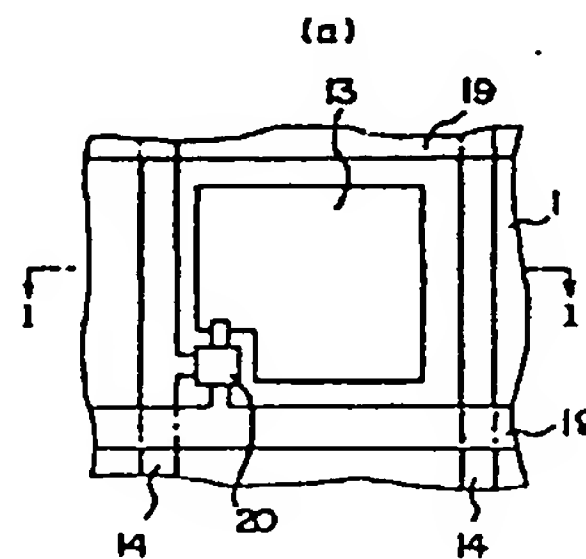
(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND ITS
PRODUCTION

(57) Abstract:

PURPOSE: To make it possible to further lower the driving voltage of a liquid crystal display device of a TN(Twisted Nematic) type.

CONSTITUTION: This liquid crystal display device has scanning lines 14 formed between a first substrate 11 and a second substrate 12, pixel regions 13 existing in the intersected regions where data wiring 19 intersect with each other in an insulated state or near these intersected regions, a first oriented film 15A and second oriented film 12B formed on the respective opposite surface sides of the first substrate 11 and the second substrate 12 and liquid crystals 17 which are enclosed between the first oriented film 15A and the second oriented film 15B. At least either of the first oriented film 15A and the second oriented film 15B includes the liquid crystal anchoring energy around the pixel regions 13 larger than the liquid crystal anchoring energy at the center of the pixel regions 13.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1337	5 0 0			
	5 0 5			

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 16 頁)

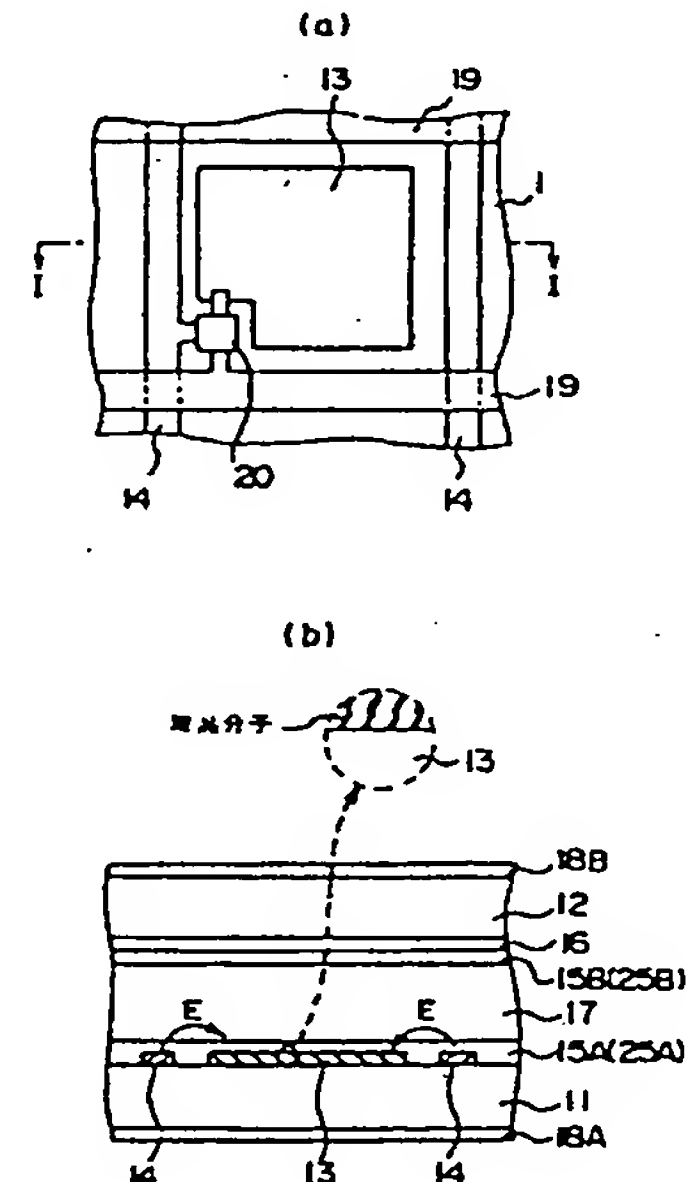
(21)出願番号	特願平7-194810	(71)出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
(22)出願日	平成7年(1995)7月31日	(72)発明者	田沼 清治 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平6-229467	(72)発明者	笹林 貴 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
(32)優先日	平6(1994)9月26日	(72)発明者	間山 剛宗 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
(33)優先権主張国	日本 (J P)	(74)代理人	弁理士 岡本 啓三

(54)【発明の名称】 液晶表示装置及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】TN (Twisted Nematic)型の液晶表示装置に関し、駆動電圧をさらに低減すること。

【解決手段】第一の基板11と第二の基板12の間に形成される走査配線14とデータ配線19が絶縁状態で交差する交差領域又は該交差領域の近傍に位置する画素領域13Aと、前記第一の基板11と前記第二の基板12のそれぞれの対向面側に形成される第一の配向膜15A及び第二の配向膜15Bと、前記第一の配向膜15Aと前記第二の配向膜15Bの間に封入される液晶17を有する液晶表示装置において、前記第一の配向膜15Aと前記第二の配向膜15Bの少なくとも一方では、前記画素領域13A中央の液晶アンカリングエネルギーよりも前記画素領域13A周囲の液晶アンカリングエネルギーの方が大きいことを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】第一の基板と第二の基板の間に形成される走査配線とデータ配線が絶縁状態で交差する交差領域又は該交差領域の近傍に位置する画素領域と、前記第一の基板と前記第二の基板のそれぞれの対向面側に形成される第一の配向膜及び第二の配向膜と、前記第一の配向膜と前記第二の配向膜の間に封入される液晶を有する液晶表示装置において、

前記第一の配向膜と前記第二の配向膜の少なくとも一方では、前記画素領域中央の液晶アンカリングエネルギーよりも前記画素領域周囲の液晶アンカリングエネルギーの方が大きいことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】前記走査配線及び前記データ配線の前記交差領域の近傍の前記画素領域には画素電極が形成され、前記走査配線に印加される信号によって該画素電極と前記データ配線を選択的に導通させる能動素子が前記第一の基板の上に形成されていることを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】第一の基板と、
前記第一の基板の上で、間隔をおいて複数配列された走査配線と、

前記第一の基板の上で、前記走査配線と絶縁状態で交差し且つ間隔をおいて複数配列されたデータ配線と、

前記第一の基板の上で、複数の前記走査配線と複数の前記データ配線に囲まれた複数の画素領域の各々に形成された画素電極と、

前記第一の基板上に形成され、前記走査配線に印加される信号によって前記画素電極と前記データ配線を選択的に導通させる能動素子と、

前記第一の基板、前記画素電極、前記走査配線及び前記データ配線を覆い、且つ前記画素電極中央の上方の領域の液晶アンカリングエネルギーよりも前記画素電極周囲の液晶アンカリングエネルギーが大きな第一の配向膜と、

前記第一の基板に対向して配置される第二の基板と、

前記第二の基板のうち前記第一の基板側に向かい合う面に形成される対向電極と、

前記対向電極を覆う第二の配向膜と、

前記第二の配向膜と前記第一の配向膜の間に封入される液晶とを有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】前記画素領域にある前記第一の配向膜の表面において、前記画素領域の中央領域よりも前記走査配線寄りの領域の方が液晶アンカリングエネルギーが大きいことを特徴とする請求項1又は3記載の液晶表示装置。

【請求項5】前記画素領域にある前記第一の配向膜の表面において、前記画素領域中央の液晶アンカリングエネルギーよりも前記画素領域周囲の液晶アンカリングエネルギーの方が大きいことを特徴とする請求項1又は3記載の液晶表示装置。

【請求項6】前記第二の配向膜の表面において、前記画素領域中央の液晶アンカリングエネルギーよりも前記画素領域周囲の液晶アンカリングエネルギーの方が大きいことを特徴とする請求項1又は3記載の液晶表示装置。

【請求項7】前記第二の配向膜の全面の液晶アンカリングエネルギーは、前記画素領域中央にある前記第一の配向膜の表面の液晶アンカリングエネルギーよりも小さいことを特徴とする請求項1又は3記載の液晶表示装置。

【請求項8】前記画素領域の周囲にある前記第一又は第二の配向膜表面の液晶のプレチルト角は10度以上であることを特徴とする請求項1又は3記載の液晶表示装置。

【請求項9】第1の基板側に形成された第一の配向膜をラビングする工程と、前記第一の配向膜に対向し且つ第2の基板側に形成された第二の配向膜をラビングする工程と、ラビングされた前記第一の配向膜と前記第二の配向膜の間に液晶を封入する工程を含む液晶表示装置の製造方法において、

ラビング布に対する前記第一又は第二の基板の移動方向と、該ラビング布による前記第一又は第二の配向膜のラビングの方向とが相対的に逆方向となる成分を有する逆方向ラビングを、画素領域の少なくとも中央にある前記第一又は第二の配向膜の表面に施す工程と、

前記ラビング布に対する前記第一又は第二の基板の移動方向と、前記ラビング布による前記第一又は第二の配向膜のラビングの方向とが相対的に同方向となる成分を有する同方向ラビングを、前記画素領域の周囲にある前記第一又は第二の配向膜の表面に施す工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項10】前記画素領域の周縁領域にある前記第一又は第二の配向膜の表面に前記同方向ラビングを施すことを特徴とする請求項9記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項11】前記画素領域のうち前記走査配線に近い領域にある前記第一又は第二の配向膜の表面に前記同方向ラビングを施すことを特徴とする請求項9記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項12】前記同方向ラビングと前記逆方向ラビングとでは、前記ラビング布の押し込み量、ラビングの回数、前記第一又は第二の基板の前記ラビング布に対する移動速度、前記ラビング布が巻かれているラビングロールの回転数の条件のうちいずれかの条件が異なっている工程を有することを特徴とする請求項7、請求項8又は請求項9記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項13】第1の基板側に形成された第一の配向膜をラビングする工程と、前記第一の配向膜に対向させて第2の基板上に形成された第二の配向膜をラビングする工程と、ラビングされた前記第一の配向膜と前記第二の配向膜の間に液晶を封入する工程を含む液晶表示装置の製造方法において、

第一の基板と第二の基板の間に形成される走査配線とデータ配線が絶縁状態で交差する交差領域又は該交差領域の近傍に位置する画素領域にある前記第一又は第二の配向膜の表面にはラビング処理を施さず、該画素領域の周囲の前記第一又は第二の配向膜の表面にはラビング処理を施すことを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項 14】前記画素領域にある前記第一又は第二の配向膜の表面に電磁波を照射することにより、該電磁波が照射された第一又は第二の配向膜の表面で前記液晶の分子を一軸方向に配向させる工程を有することを特徴とする請求項 13 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 15】前記電磁波は、偏光板を通過させた紫外線であることを特徴とする請求項 14 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 16】前記第一又は第二の配向膜への前記ラビング処理は、前記第一又は第二の配向膜の全面に前記電磁波を照射した後に行われることを特徴とする請求項 13 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 17】LB膜を前記第一又は第二の基板にラインを介して張りつけることによって前記第一又は第二の配向膜を形成する工程を有することを特徴とする請求項 13 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 18】前記画素領域にある前記第一又は第二の配向膜の表面に複数の溝を形成することにより、該溝の延在方向に前記液晶の分子を配向させる工程を有することを特徴とする請求項 13 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 19】前記第二の配向膜の全面にはラビング処理がなされることを特徴とする請求項 13 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 20】前記第一の基板の前記画素領域には画素電極が形成されていることを特徴とする請求項 9 又は請求項 13 記載の液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置及びその製造方法に関し、更に詳しくいえば、TN (Twisted Nematic) 型の液晶表示装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】TN型液晶表示パネルは現在、各分野で応用されている。特に、能動素子によって各画素の電位を制御する能動素子型液晶表示パネルは、CRT (cathode ray tube) 並の表示特性が得られるため液晶テレビや、パソコンなどへの応用が盛んである。

【0003】また、液晶表示パネルの低消費電力という特徴を利用し、ノート型パソコンなどの携帯用機器に利用されることも多い。携帯用機器では、携行時間を延ばすために、液晶表示パネルを駆動する電池の消費電力をさらに低減することが検討されている。その消費電力の

低減手段の1つは、液晶表示パネルの駆動電圧を低くすることである。

【0004】次に、従来の能動素子型液晶表示パネルの画素とその周辺の構造について図1(a)、(b)を参照しながら説明する。図1(a)は、液晶パネルの画素とバスラインの配置を示す平面図、図1(b)は、同図(a)のI-I線断面図である。図1(a)、(b)において、第一の透明基板11の第1面の上には、Crのような金属からなる走査バスライン14が間隔をおいて複数本配置され、また、走査バスライン14の上には絶縁膜(不図示)を介してデータバスライン19が間隔をおいて複数本配置されている。走査バスライン14とデータバスライン19は直交する方向にそれぞれ延在している。

【0005】走査バスライン14とデータバスライン19により囲まれる領域の第一の透明基板11の上には画素電極13が形成されている。画素電極13は、能動素子20を介してデータバスライン19に接続され、また、能動素子20は走査バスライン14に印加される電圧によって駆動される。能動素子としてはTFT、MIMなどがある。

【0006】走査バスライン14、データバスライン19、能動素子20及び画素電極13はそれぞれ第一の配向膜15Aに覆われている。第二の透明基板12の第1面の上には、透明電極16、第二の配向膜15Bが順に形成されている。また、第一の透明基板11と第二の透明基板12は、それぞれの第一及び第二の配向膜15A、15Bが向き合う状態で互いに配置され、第一の配向膜15Aと第二の配向膜15Bの間には液晶17が封入されている。また、第一の透明基板11と第二の透明基板12のそれぞれの第2面には、偏光板18A、18Bが形成されている。

【0007】このような液晶表示パネルの低電圧化を実現するための検討が盛んに行われているが、その内容としては液晶材料の改善や液晶分子のカイラルピッチの長大化などが主に検討されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、そのような技術の改善とともに、さらに別な技術の改善を行ってより一層の液晶表示装置の低電圧駆動化を図る必要がある。本発明は、より低電圧で駆動できる液晶表示装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記した課題は、図1、図6に例示するように、第一の基板11と第二の基板12の間に形成される走査配線14とデータ配線19が絶縁状態で交差する交差領域又は該交差領域の近傍に位置する画素領域13Aと、前記第一の基板11と前記第二の基板12のそれぞれの対向面側に形成される第一の配向膜15A及び第二の配向膜15Bと、前記第一の配向膜15Aと前記第二の配向膜15Bの間に封入される液

晶17を有する液晶表示装置において、前記第一の配向膜15Aと前記第二の配向膜15Bの少なくとも一方では、前記画素領域13A中央の液晶アンカリングエネルギーよりも前記画素領域13A周囲の液晶アンカリングエネルギーの方が大きいことを特徴とする液晶表示装置によって解決する。

【0010】上記液晶表示装置において、前記走査配線14及び前記データ配線19の前記交差領域の近傍の前記画素領域には画素電極13が形成され、前記走査配線14に印加される信号によって該画素電極13と前記データ配線19を選択的に導通させる能動素子20が前記第一の基板11の上に形成されていることを特徴とする。

【0011】上記した課題は、図1、図6に例示するように、第一の基板11と、前記第一の基板11の上で間隔をおいて複数配列された走査配線14と、前記第一の基板14の上で、前記走査配線14と絶縁状態で交差し且つ間隔をおいて複数配列されたデータ配線19と、前記第一の基板11の上で、複数の前記走査配線14と複数の前記データ配線19に囲まれた複数の画素領域13Aの各々に形成された画素電極13と、前記第一の基板11上に形成され、前記走査配線14に印加される信号によって前記画素電極13と前記データ配線19を選択的に導通させる能動素子20と、前記第一の基板11、前記画素電極13、前記走査配線14及び前記データ配線19を覆い、且つ前記画素電極13中央の上方の領域の液晶アンカリングエネルギーよりも前記画素電極13周囲の液晶アンカリングエネルギーが大きな第一の配向膜15Aと、前記第一の基板11に対向して配置される第二の基板12と、前記第二の基板12のうち前記第一の基板11側に向かい合う面に形成される対向電極16と、前記対向電極16を覆う第二の配向膜15Bと、前記第二の配向膜15Bと前記第一の配向膜15Aの間に封入される液晶17とを有することを特徴とする液晶表示装置により解決する。

【0012】上記2つの液晶表示装置において、前記画素領域13Aにある前記第一の配向膜15Aの表面において、前記画素領域13Aの中央領域よりも前記走査配線14寄りの領域の方が液晶アンカリングエネルギーが大きいことを特徴とする。上記2つの液晶表示装置において、前記画素領域13Aにある前記第一の配向膜15Aの表面において、前記画素領域13A中央の液晶アンカリングエネルギーよりも前記画素領域13A周囲の液晶アンカリングエネルギーの方が大きいことを特徴とする。

【0013】上記2つの液晶表示装置において、前記第二の配向膜15Bの表面において、前記画素領域13A中央の液晶アンカリングエネルギーよりも前記画素領域13A周囲の液晶アンカリングエネルギーの方が大きいことを特徴とする。上記2つの液晶表示装置において、

前記第二の配向膜15Bの全面の液晶アンカリングエネルギーは、前記画素領域13A中央にある前記第一の配向膜15Aの表面の液晶アンカリングエネルギーよりも小さいことを特徴とする。

【0014】上記2つの液晶表示装置において、前記画素領域13Aの周囲にある前記第一又は第二の配向膜15A、15B表面の液晶17のプレチルト角は10度以上であることを特徴とする。上記課題は、図2、図6、図7に例示するように、第1の基板11側に形成された第一の配向膜15Aをラビングする工程と、前記第一の配向膜15Aに対向し且つ第2の基板12側に形成された第二の配向膜15Bをラビングする工程と、ラビングされた前記第一の配向膜15Aと前記第二の配向膜15Bの間に液晶17を封入する工程を含む液晶表示装置の製造方法において、ラビング布21aに対する前記第一又は第二の基板11、12の移動方向と、該ラビング布21aによる前記第一又は第二の配向膜15A、15Bのラビングの方向とが相対的に逆方向となる成分を有する逆方向ラビングを、画素領域13Aの少なくとも中央にある前記第一又は第二の配向膜15A、15Bの表面に施す工程と、前記ラビング布21aに対する前記第一又は第二の基板11、12の移動方向と、前記ラビング布21aによる前記第一又は第二の配向膜15A、15Bのラビングの方向とが相対的に同方向となる成分を有する同方向ラビングを、前記画素領域13Aの周囲にある前記第一又は第二の配向膜15A、15Bの表面に施す工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法により解決する。

【0015】上記液晶表示装置の製造方法において、前記画素領域13Aの周縁領域にある前記第一又は第二の配向膜15A、15Bの表面に前記同方向ラビングを施すことを特徴とする。上記液晶表示装置の製造方法において、前記画素領域13Aのうち前記走査配線14に近い領域にある前記第一又は第二の配向膜15A、15Bの表面に前記同方向ラビングを施すことを特徴とする。

【0016】上記液晶表示装置の製造方法において、前記同方向ラビングと前記逆方向ラビングとでは、前記ラビング布21aの押し込み量、ラビングの回数、前記第一又は第二の基板11、12の前記ラビング布21aに対する移動速度、前記ラビング布21aが巻かれているラビングロール21の回転数の条件のうちいずれかの条件が異なっている工程を有することを特徴とする。

【0017】上記した課題は、図9、図10に例示するように、第1の基板11側に形成された第一の配向膜25Aをラビングする工程と、前記第一の配向膜25Aに対向させて第2の基板12上に形成された第二の配向膜25Bをラビングする工程と、ラビングされた前記第一の配向膜25Aと前記第二の配向膜25Bの間に液晶17を封入する工程を含む液晶表示装置の製造方法において、第一の基板11と第二の基板12の間に形成される

走査配線 14 とデータ配線 19 が絶縁状態で交差する交差領域又は該交差領域の近傍に位置する画素領域 13A にある前記第一又は第二の配向膜 25A、25B の表面にはラビング処理を施さず、該画素領域 13A の周囲の前記第一又は第二の配向膜 25A、25B の表面にはラビング処理を施すことを特徴とする液晶表示装置の製造方法によって解決する。

【0018】上記液晶表示装置の製造方法において、前記画素領域 13A にある前記第一又は第二の配向膜 25A、25B の表面に電磁波を照射することにより、該電磁波が照射された第一又は第二の配向膜 25A、25B の表面で前記液晶 17 の分子を一軸方向に配向させる工程を有することを特徴とする。前記電磁波は、偏光板 28 を通過させた紫外線である。

【0019】上記液晶表示装置の製造方法において、前記第一又は第二の配向膜 25A、25B への前記ラビング処理は、前記第一又は第二の配向膜 25A、25B の全面に前記電磁波を照射した後に行われることを特徴とする。上記液晶表示装置の製造方法において、図 12 (b) に例示するように、LB 膜を前記第一又は第二の基板 11、12 側にバスラインを介して張りつけることによって前記第一又は第二の配向膜 25A、25B を形成する工程を有することを特徴とする。

【0020】上記液晶表示装置の製造方法において、図 12 (a) に例示するように、前記画素領域 13A にある前記第一又は第二の配向膜 25A、25B の表面に複数の溝 25C を形成することにより、該溝 25C の延在方向に前記液晶 17 の分子を配向させる工程を有することを特徴とする。上記液晶表示装置の製造方法において、前記第二の配向膜 25B の全面にはラビング処理がなされることを特徴とする。

【0021】上記液晶表示装置の製造方法において、前記第一の基板 11 の前記画素領域 13A には画素電極 13 が形成されていることを特徴とする。次に、上記した発明の作用について説明する。本発明の液晶表示装置では、配向膜のうち画素領域には低い液晶アンカリングエネルギーを付与し、またその配向膜のうち画素領域の周辺には高い液晶アンカリングエネルギーを付与した。これにより、画素領域での液晶分子の変化が容易になるので、液晶表示装置の低駆動電圧化が可能になる。また、画素領域の周辺では液晶分子が変化しにくくなるので、画素領域の周辺に生じる電界によって液晶分子が大きく変化することはなくなり、画素領域・走査配線間や画素領域・データ配線間に生じる横方向の電界による画素の欠陥が防止される。

【0022】なお、画素領域内の配向膜であっても、その周縁部分がそのような電界の影響を受けやすい場合には、その周縁部分のアンカリングエネルギーを大きくすると、画素の欠陥が確実に防止される。1つの配向膜において、低アンカリングエネルギーの領域と高アンカリ

ングエネルギーの領域を形成する方法を以下に説明する。

【0023】配向膜材料やラビング処理条件により液晶の飽和電圧が変化することは経験的によく知られている。このうち、配向膜材料は電圧保持率など、駆動電圧以外の特性から限定されてしまう面が大きいため、本発明者らはラビング条件による飽和電圧の変化について注目し、ラビング条件による飽和電圧の変化を詳細に調査した。

【0024】その結果、ラビング条件として従来から知られた、ラビング布の押し込み量、ラビング回数、基板移動速度、ラビング布が巻かれたラビングロール回転数のほかに、ラビング布に対する配向膜の相対的な移動方向を変えることによって液晶表示パネルの光透過量と駆動電極の関係が変化することがわかった。すなわち、逆方向ラビングが施された配向膜のアンカリングエネルギーは低くなり、また、同方向ラビングが施された配向膜のアンカリングエネルギーは高くなるのが、実験的に確かめられた。ここで、逆方向ラビングは、ラビング布に対する配向膜の移動方向と、ラビング布による配向膜のラビングの方向とが相対的に逆となる成分を有することである。同方向ラビングは、ラビング布に対する配向膜の移動方向と、ラビング布による配向膜のラビングの方向とが相対的に同じになる成分を有することである。配向膜の移動は、配向膜が形成される基板を移動することによって行う。

【0025】逆方向ラビングを画素領域の配向膜に施すことによりその領域のアンカリングエネルギーが小さくなり、印加電圧に対する液晶分子の立ち上がる角度の変化が大きくなるので、従来に比らべて小さな印加電圧で液晶表示パネルを駆動することが可能になる。しかし、配向膜の全面を逆方向ラビングにより配向処理すると、複数の画素領域の周辺に形成される配線の電位の影響を受けやすいので、液晶分子の立ち上がる向きが正常領域と異なるような異常領域が発生してしまう。このため、画素領域以外の領域の配向膜の少なくとも一部には同方向ラビングを施し、これにより非画素部のアンカリングエネルギーを大きくして異常領域の発生を抑制することが可能になる。

【0026】また、能動素子型の液晶表示装置において、パネルの開口率を稼ぐために画素と、能動素子のバスラインの間隔を例えば $10\mu\text{m}$ 以下に狭くした場合には、画素領域の周縁近傍で液晶分子の立ち上がり方向に異常が発生しやすい。この異常の発生を防ぐためには、配向膜のうち画素領域の周辺部、特に配線の近傍にも同方向ラビングを施してアンカリングエネルギーを大きくすることが有効である。なお、能動素子型の液晶表示装置では、画素領域に画素電極が形成される。

【0027】さらに、能動素子型液晶表示パネルでは、バスラインがない基板側に形成された配向膜に近い液晶

分子がバスラインからの電界による影響を受けにくいので、その配向膜の全面に逆方向ラビングを施しても画素の異常は発生しない。このようなラビング方法を変えること以外に、アンカリングエネルギーを小さくする方法として、配向膜にラビングは施さずに、溝を形成する方法、配向膜に電磁波を照射する方法、配向膜としてLB膜を使用する方法がある。

【0028】そこで、配向膜のうち画素領域に、溝を形成するか、電磁波を照射するか、或いは配向膜としてLB膜を使用すればよい。また、画素領域の周囲の配向膜のアンカリングエネルギーを高くするために、画素領域の周囲の配向膜に通常のラビングを行う必要がある。これにより、液晶表示パネルの低駆動電圧化が図れ、しかも画素の欠陥の発生を防止される。

【0029】

【発明の実施の形態】そこで、以下に本発明の形態を図面に基いて説明する。

(第1の実施の形態) 本発明の第1の実施の形態に係る液晶表示パネルは、配向膜を除いては従来のものと構造上の相違は無いので、配向膜と配向処理を中心にして説明する。

【0030】その液晶表示パネルの構造は、図1(a)、(b)に示すように、第一の透明基板11の第一面の上にはCrのような金属からなる走査バスライン(走査配線)14が間隔をおいて複数本配置され、また、走査バスライン14の上には絶縁膜(不図示)を介してデータバスライン(データ配線)19が間隔をおいて複数本配置されている。走査バスライン14とデータバスライン19は直交する方向にそれぞれ延在している。

【0031】走査バスライン14とデータバスライン19により囲まれる領域の第一の透明基板11の上には画素電極13が形成されている。画素電極13は、能動素子20を介してデータバスライン19に接続され、また、能動素子20は走査バスライン14に印加される電圧によって駆動される。画素電極13はマトリクス状に複数配置されている。

【0032】能動素子20としてはTFT(薄膜トランジスタ)、MIM(Metal Insulator Metal)ダイオードなどがある。TFTを使用する場合に、走査バスライン14はゲートバスラインと呼ばれ、データバスライン19はドレインバスラインと呼ばれることもある。第一の透明基板11上の走査バスライン14、データバスライン19、能動素子20及び画素電極13は、第一の配向膜15Aによって覆われている。第一の配向膜15Aの表面には、図2(a)～(d)に示すようなラビングロール21を用いて配向処理が施される。ラビングロール21は、その表面に貼り付けられたレーヨン製又は絹製のラビング布21aによって配向膜15Aをラビングするためのものである。配向膜のラビングは、液晶分子を一軸方向に配向させるために配向膜を擦ることである。

【0033】第二の透明基板12の第一面の上には透明導電膜よりなる対向電極16、第二の配向膜15Bが順に形成され、第二の配向膜15Bの表面はラビングロール21aを用いて配向処理が施される。また、第二の配向膜15Bと第二の透明基板12の間にカラーフィルターを形成してもよい。また、第一の透明基板11と第二の透明基板12は、それぞれの第一及び第二の配向膜15A、15Bが向き合う状態で互いに配置され、第一の配向膜15Aと第二の配向膜15Bの間には液晶17が封入されている。また、第一の透明基板11と第二の透明基板12のそれぞれの第二面には、偏光板18A、18Bが形成されている。

【0034】なお、第一の透明基板11の上方に第一の配向膜15Aを形成し、第二の透明基板12の上方に第二の配向膜15Bを形成し、それらの配向膜15A、15Bの表面を配向処理した後に、第一及び第二の配向膜15A、15Bを対向させてその間に液晶を封入する。ところで、第一の配向膜15Aと第二の配向膜15Bをラビングする際に、従来にないラビング方法を施すことにより、液晶表示装置の低電圧駆動が可能になることが確かめられた。

【0035】以下に、配向処理の詳細について説明する。配向のためのラビングは、図2(a)～図2(d)に示すような方向になされる。図2(a)～2(d)において、符号11は表面に第一の配向膜15Aが形成された第一の透明基板(ガラス基板)、22は第一の透明基板11を載置するステージであり、21は表面にレーヨンよりなるラビング布21aが貼付されたラビングロールである。

【0036】ラビングロール21は、例えば15cm程度の直径を有し、また、ステージ22の移動速度は数十mm/秒程度である。ステージ22の移動速度は、第一の透明基板11の移動速度でもある。なお、ラビングロール21を移動する場合には、その移動速度は数十mm/秒程度とする。ラビング工程の際には、駆動機構(不図示)によってラビングロール21が数百rpmで高速回転され、ラビング布21aによって第一及び第二の配向膜15A、15Bの表面をラビングする。このラビングの方法には以下のように2通りある。

【0037】第1のラビング方法は、図2(a)、(b)に示すように、ラビングロール21をステージ22に沿って移動させず、ラビングロール21の下でステージ22だけを移動させて第一の配向膜15Aの表面をラビングする方法である。第一の透明基板11及びその上の配向膜15Aの移動方向はステージ22の移動方向と同じである。

【0038】図2(a)でのラビングロール21の回転方向RDは、配向膜15A表面でのラビングロールのラビングする方向SRと第一の透明基板11の移動方向DDが同じになるように設定される。このように、ラビング

ロール21によるラビング方向とステージ22の移動方向とが同じ場合を、以下に「同方向ラビング」と称する。

【0039】図2(b)でのラビングロール21の回転方向RDは、配向膜15A表面をラビングする方向SRが第一の透明基板11の移動方向DDと逆方向になるように設定される。このように、ラビングロール21によるラビング方向とステージ22の移動方向とが逆の場合を、以下に「逆方向ラビング」と称する。

【0040】第2のラビング方法は、図2(c)、(d)に示すように、ステージ22を移動させずに、ラビングロール21を配向膜15Aの表面に沿って回転させ且つ移動させる方法である。図2(c)でのラビングロール21の回転方向RDは、ラビングロール21の移動方向HDと配向膜15Aのラビング方向SRとが逆になるように設定される。この場合のラビング状態を「同方向ラビング」と称する。なぜならば、ラビングロール21とステージ22の相対的な移動関係は図2(a)と同じだから。

【0041】図2(d)でのラビングロール21の回転方向RDは、ラビングロール21の移動方向HDと配向膜15Aのラビング方向SRとが同じになるように設定される。この場合のラビング状態を「逆方向ラビング」と称する。なぜならば、ラビングロール21とステージ22の相対的な移動関係は、図2(b)と同じだから。ところで、図2(a)～2(d)においては、ラビングロール21とステージ22の相対的な移動方向は、ラビングロール21の回転軸に直交する方向となっている。

【0042】しかし、図3(a)と図3(b)に示すように、ラビングロール21とステージ22の相対的な移動方向が、ラビングロール21の回転軸に直交しないような場合でも、「同方向ラビング」と「逆方向ラビング」を判断する。即ち、図3(a)に示すように、ラビングロール21の回転によるラビング方向SRがステージ22の移動方向と同じ成分を含んでいる場合には、そのラビング処理を「同方向ラビング」と称する。また、図3(b)に示すように、ラビングロール21の回転によるラビング方向SRがステージ22の移動方向と逆の成分を含んでいる場合には、そのラビング処理を「逆方向ラビング」と称する。

【0043】ところで、本願の発明者らは、同方向ラビングを施した第一の配向膜15Aを有する第一の液晶パネルと逆方向ラビングを施した第一の配向膜15Aを有する第二の液晶パネルについて、それぞれ対向電極・画素電極間の電圧と光透過率の関係を調べた。この結果、「同方向ラビング」と「逆方向ラビング」では、光透過率が飽和する電圧（以下、飽和電圧という）が異なることが発見された。

【0044】そこで以下に、同方向ラビングの飽和電圧と逆方向ラビングの飽和電圧の違いについての実験結果を示す。飽和電圧 V_{sat} は、ノーマリホワイト表示にお

いて、電圧零の場合の透過率を100%としたときに透過率が1%となる電圧で定義している。まず、第一の液晶表示パネルと第二の液晶表示パネルの各々について、ラビング回数と、飽和電圧 V_{sat} との関係を実験により調べたところ図4に示す結果が得られた。

【0045】なお、配向膜15A、15Bの材料として、日本合成ゴム社製の商品名AL1054のポリイミドを用いた。また、それらの第一及び第二の液晶表示パネルは、本質的構造が図1に示す装置と同じである。また、封入した液晶17は、末端の極性基としてフッ素(F)を含み、長軸方向の誘電率 ϵ_1 が12.5、短軸方向の誘電率 ϵ_2 が3.8の材料を使用した。

【0046】図4によれば、同方向ラビングが施された配向膜を有する第一の液晶表示パネルの飽和電圧 V_{sat} は平均して約3.1Vであった。これに対して、逆方向ラビングが施された配向膜を有する液晶表示パネルの飽和電圧 V_{sat} は平均して約2.7Vとなり、第一の液晶表示パネルよりも約0.4V小さくなった。このように、逆方向ラビングを施した方が、同方向ラビングを施した場合に比べて飽和電圧が低下することが確かめられた。

【0047】次に、本発明者らは、その原因が、電圧無印加時の配向膜表面の液晶分子の傾角度、いわゆるプレチルト角の変化にあると考えて調査した。しかし、プレチルト角の大きさとラビング方向に有意義な差は見られなかった。そこで、ラビング方向の相違によるアンカリングエネルギー（極角方向）を調査したところ、逆方向ラビングで $\sim 10^{-4} \text{ J/m}^2$ 、同方向ラビングで $\sim 10^{-3} \text{ J/m}^2$ となってアンカエネルギーに約1桁の違いがあることがわかった。アンカリングエネルギーの測定は、H. Yokoyama et al., J. Appl. Phys. 61, (1987) 4501に記載の方法を参考にして行った。

【0048】これにより、同方向ラビングの場合には、アンカリングエネルギーが大きいために電圧印加時に配向膜表面に近い液晶分子の立ち上がりが緩慢であり、そのために飽和電圧が高くなるためであると推察される。次に、1つの配向膜に同方向ラビングと逆方向ラビングを交互に複数回施す場合には、どちらのラビングの影響を受けるかを調査したところ図5のような結果が得られた。

【0049】図5では、逆方向ラビングから始めて、逆、同、逆、同…とラビングした場合の飽和電圧 V_{sat} の変化を示している。図5において、奇数回目のラビングは逆方向ラビングであり、偶数回のラビングは同方向ラビングとなる。

【0050】図4と図5を比較すると、奇数回目の逆方向ラビングでは、図4の逆方向ラビングとほぼ同じ飽和電圧値が得られ、また、偶数回目の同方向ラビングでは図4の同方向ラビングとほぼ同じ飽和電圧値が得られた。従って、一番最後に施すラビングが同方向ラビング

か逆方向ラビングかによって飽和電圧が決定されることが分かる。

【0051】そこで、本発明では、配向膜に施されたラビングが同方向ラビングか逆方向ラビングかの判断は、最後のラビング処理だけを対象にする。以上のことから、液晶表示パネルの低電圧駆動を実現するためには、液晶材料の改善の他に、逆方向ラビングを施して配向膜のアンカリングエネルギーを小さくすることが有効である、ということがわかる。

【0052】しかし、逆方向ラビングを配向膜の全面に施したところ、液晶パネルの画素の周縁の近傍の液晶分子の配列が乱れるという事態が生じることもある。例えば、能動素子型液晶表示パネルの場合には、画素電極13の間に形成される走査バスライン14に負の大きな電圧が印加されているので、走査バスライン14と画素電極13の間に電位差が生じて配向膜15Aの面に平行な成分のある電界Eが発生する(図1(b)参照)。

【0053】その電界の発生によって液晶分子のプレチルト角が大きくなり過ぎたり又は小さくなり過ぎてしまう特異な領域が走査バスライン周囲に局部的に発生する。その異常領域では飽和電圧 V_{sat} が他の領域と異なるので、画像が乱れて低駆動電圧化の障害となる。このような不都合を解消するためには、図6の示すように、画素領域13Aにある配向膜15Aには逆方向ラビングを施し、さらに、画素領域13A以外の領域の配向膜15Aには同方向ラビングを施せばよい。図6において、斜線で示された画素領域13Aで逆方向ラビングが施されている。

【0054】なお、画素領域13Aは、画素電極13が形成される領域と、画素電極13に対向する領域の双方をさす。これにより、画素電極13上方の配向膜15Aのアンカリングエネルギーを小さくし、その他の領域では配向膜15Aのアンカリングエネルギーを大きくすることになり、異常画素領域の発生を防ぐことができる。

【0055】即ち、バスライン14、19の近傍で且つ画素領域13Aを除く領域での配向膜15A、15Bのアンカリングエネルギーを大きくすることにより、バスライン14、19近傍の液晶分子が電界Eによる影響を受けにくくなり、この領域での液晶分子の配向が乱れにくくなる。なお、能動素子を搭載していない第二の透明基板12の上の配向膜15Bは、上記した電界Eによる影響は小さいので、その配向膜15Bの全面に逆方向ラビングを施してもよいし、画素電極13に対向する部分だけに逆方向ラビングを施してもよい。

【0056】以上のように、1層の配向膜15A、15Bに逆方向ラビングと同方向ラビングを混在させる方法としては、図7(a)、(b)に示すようにレジストパターンを用いて行う。即ち、図7(a)に示すように、画素電極13直上にある配向膜15Aを第1のレジストマスク23で覆った状態で、レジストマスク23に覆われない領

域の配向膜15Aに同方向ラビングを施す。そして、第1のレジストマスク23を剝離した後に、図7(b)に示すように、画素電極13直上に窓24Aを有する第2のレジストマスク24を配向膜15A上に形成した状態で、窓24Aを通して配向膜15Aに逆方向ラビングを施し、ついで、第2のレジストマスク24を剝離する。これにより、1層の配向膜15Aの表面に逆方向ラビング領域と同方向ラビング領域が形成される。

【0057】次に、上述した技術を利用して作製した液晶表示パネルについてさらに具体的に説明する。

第1例

図1(a)及び図6に示すように縦横に 600×400 の画素数で画素電極13を複数配置した第1の透明基板11を使用し、図1(b)に示すような断面構造を有するノーマリーホワイトモードの液晶表示パネルを作製した。能動素子としてTFTを用いている。

【0058】画素電極13の大きさを約 $150 \times 150 \mu\text{m}^2$ とし、画素電極13と走査バスライン14又はデータバスライン19との間隔を約 $10 \mu\text{m}$ とした。液晶17の材料は、上記した末端にFを有する液晶Aを使用し、第一及び第二の配向膜15A、15Bを構成するポリイミドとして、日本合成ゴム社製の商品名AL3046を使用した。第一及び第二の配向膜15A、15Bは、第一及び第二の透明基板11、12上でそれぞれスピンコーティングにより形成される。

【0059】TFTが形成されている第1の透明基板11側の第一の配向膜15Aのラビングは、次のように行う。ラビングは、図2(a)、(b)に示すような方法で行う。外周面がレーヨン布21aで覆われたラビングロール21を使用する。ラビングの条件として、レーヨン布21aの押し込み量を0.3mm、ラビングの回数を5回、基板の移動速度を350mm/秒、ラビングロールの回転数を300rpmに設定する。この場合、図7(a)、(b)に示す方法を採用して、画素領域13Aには逆方向ラビングを5回施し、それ以外の領域には同方向ラビングを5回施した。TFTを搭載しない第2の透明基板側12側の第二の配向膜15Bにおいて、画素電極13に対向する領域には逆方向ラビングを5回施し、その他の領域には同方向ラビングを5回施した。

【0060】この第1例の液晶表示パネルの液晶の飽和電圧 V_{sat} を調べるとともに、液晶分子の立ち上がり方向に異常が存在する画素の欠陥率Rを調べたところ表1に示すような結果が得られた。なお、飽和電圧 V_{sat} は、ノーマリーホワイトモードの液晶表示パネルで画素電極・対向電極間の電圧が0Vの状態での透過率を100%とした場合に、透過率が1%となる電圧である。また、画素の欠陥率Rは、画素500個のうち異常領域が発生している画素数で評価した。

【0061】次に、全面に同方向ラビングが施された配向膜を有する第一の液晶表示パネル(不図示)と、全面

に逆方向ラビングが施された配向膜を有する第二の液晶表示パネル（不図示）を作製し、それぞれについて液晶の飽和電圧 V_{sat} と画素の欠陥率 R を調べたところ、表1に示すような結果が得られた。なお、表1において、第一の液晶表示パネルを比較資料1として示し、第二の液晶表示パネルを比較資料2として示した。これらの液

晶表示パネルは双方とも、配向膜のラビング方向を除いて、図6に示す第1例の液晶表示パネルと同じ条件、構造で形成されている。

【0062】

【表1】

	第1例	比較資料1	比較資料2
V_{sat}	2.75V	3.16V	2.72V
R	0	0	~120

【0063】表1から明らかなように、第一の液晶表示パネル（比較資料1）によれば、画素の欠陥率 R は零であるが飽和電圧 V_{sat} は低くならず、また、第二の液晶表示パネル（比較資料2）によれば、飽和電圧 V_{sat} は低くなるが画素の欠陥率 R が高いことがわかった。これに対して、図6に示す構造を有する第1例の液晶表示パネルによれば、画素の欠陥率 R は零で、飽和電圧 V_{sat} が低くなることがわかり、逆方向ラビングの長所である飽和電圧の低電圧化と同方向ラビングの長所である配向安定性が同時に実現されていることが分かる。

【0064】第2例

第1例で説明したTFT駆動の液晶表示パネルにおいて、画素とバスラインの間隔を $5\mu m$ と狭くしたところ、画素の欠陥率 R が約250となった。そこで、この例では図8(a)のように、配向膜15Aのうち画素電極13の周囲の領域だけではなく、画素領域13の周縁から内方に $10\mu m$ 程度入り込んだ枠状領域13Bにも同方向ラビングを施し、その枠状領域13Bに囲まれた斜線の領域13Cの配向膜15Aにのみ逆方向ラビングを施したところ、画素の欠陥率 R が零になった。このときの飽和電圧 V_{sat} は2.80Vであった。

【0065】これは、画素電極13直上の配向膜15Aにおいて、走査バスライン14又はデータバスライン19に近い部分のアンカリングエネルギーを大きくすると、バスライン14、19からの電界による液晶分子のプレチルト角の変化が生じにくくなり、液晶分子の配向が乱れにくくなるためである。なお、この第2の例では、TFTが形成されない第二の透明基板12側の第二の配向膜15Bにおいても、画素電極13に対向する領域に施すべき逆方向ラビングの面積を狭くした。

【0066】第3例

第1例で説明した液晶表示パネルにおいて、画素電極13とバスライン14、19の間隔を $8\mu m$ と狭くしたところ、画素の欠陥率 R が約60となった。そこで、TFTを搭載する第一の透明基板11側の第一の配向膜15Bのラビング処理は第2例と同様にし、それに対向する第二の透明基板12側の第二の配向膜15Bには全面に逆方向ラビングのみを施したところ、欠陥率 $R=0$ とすることができた。このとき、飽和電圧 V_{sat} は2.80Vであった。

【0067】これは、第二の配向膜15B表面では、バスライン14、19と画素電極13の電位差によって生じる電界 E が小さくなるからである。

第4例

第1例で説明した液晶表示パネルを作製する際のラビング回数だけを変えて画素の欠陥率 R と飽和電圧 V_{sat} を測定した。

【0068】そのラビング処理は、同方向ラビングの回数を5回、逆方向ラビングの回数を2回とした。また、他のラビング条件、即ち、レーヨン布の押し込み量、基板移動速度、ラビングロール回転数は第1例と同じにした。この結果、欠陥率 R が零で飽和電圧 $V_{sat}=2.71V$ となり、第1例よりも飽和電圧が低電圧化した。同様な効果は、ラビング布の押し込み量、ステージ移動速度、ラビングロール回転数の変更によっても実現できる。

【0069】本発明者による検証によれば、同方向ラビング、逆方向ラビングを選択する方法の他に、アンカリングエネルギーを小さくして低飽和電圧化するためには、次の条件を選択してもよい。即ち、ラビング布の押し込み量を小さくするか、ラビング回数を少なくするか、ラビングロールの回転数を小さくするか、基板移動速度を速くするか、の少なくとも1つを選択するほど低駆動電圧化する。その条件を逆方向ラビングの際に加えれば、アンカリングエネルギーが第1例よりも小さくなってさらに低駆動電圧が実現できる。

【0070】第5例

上述の第2例、第3例では図8(a)に示すように、画素電極13上の配向膜15A、15Bの枠状領域13Bに同方向ラビングを施すことで画素内での液晶分子の異常な立ち上がりを規制している。そのような異常な領域の発生は走査（ゲート）バスライン14による影響がかなり大きく関与する。そこで、図8(b)に示すように、画素電極13上の第一の配向膜15Aのうち、ゲートバスライン4の寄りの2つの領域13Dに同方向ラビングを施しその間の領域13Eに逆方向ラビングを施しても、第2例及び第3例と同じ結果が得られる。

【0071】また、上記した第1例～第4例にかかる液晶表示パネルでは、能動素子型のTN液晶について述べたが、その他の駆動方式を用いても同様の効果を奏す

る。

(第2の実施の形態) 上記した本発明の第1の実施の形態においては、ラビング布21aによって配向膜15A、15Bの表面を擦る方向と、配向膜15A、15Bが移動する方向を同じにするか或いは逆にすることによって飽和電圧 V_{sat} を従来よりも小さくするようにしている。飽和電圧 V_{sat} が小さくなる原因は、配向膜のアンカリングエネルギーを小さくしたからと考えられる。

【0072】そこで、本発明者らは、ラビング条件を変えること以外の配向方法によって配向膜のアンカリングエネルギーを変化させることを試みた。そのような方法としては次に3つの配向方法が知られている。第1に、配向膜に溝を形成して液晶分子を配向する方法が、SID DIGEST 93, 957 (1993) に記載されている。

【0073】第2に、配向膜に電磁波を照射して液晶分子を配向する方法が、Jpn. J. Appl. Phys. 31, 2155 (1992) に記載されている。第3に、配向膜としてLB膜(Langmuir-Blodgett film)を用いる方法がJpn. J. Appl. Phys. 31, L189 (1992) に記載されている。LB膜は、引張方向が配向方向になる。

【0074】これらの手法による配向膜のアンカリングエネルギーの低下について本発明者らが検討したところ、それらの文献にも一部記載されている通り、 $10^{-5} \sim 10^{-4} \text{ J/m}^2$ のオーダーの値が得られ、ラビングによる配向方法に比べてアンカリングエネルギーが1桁以上小さくなることがわかった。アンカリングエネルギーの測定法は、本発明の第1の実施の形態で採用した方法によった。

【0075】図1(a)、(b)に示した能動素子型の液晶表示パネルに、それらの3つの配向方法を採用したところ、配向不良領域の発生という問題が発生した。これは、走査バスライン又はデータバスラインに近い領域の配向膜のアンカリングエネルギーが小さいと、バスラインからの横方向の電界Eによってその領域の液晶分子の立ち上がり方向が乱れて、所謂リバーチルト領域が生じるからである。その電界Eは、本発明の第1の実施の形態でも述べたように、バスライン14、19と画素電極13の電位差によって発生する。

【0076】リバーチルト領域の発生を防止するためには、配向膜15A、15Bのうちバスライン14、19及びその周囲の領域内ではアンカリングエネルギーを強い状態にし、画素電極13上ではアンカリングエネルギーを弱い状態にすることが有効である。その手段としては、図1(a)、(b)に示す液晶表示パネルを構成する配向膜15A、15Bに上記した第1～第3の配向方法を施した後に、画素電極13直上の配向膜15A、15Bをレジストマスクで覆う。そして、レジストマスクに覆われない領域の配向膜15A、15Bをラビングして強いアンカリングエネルギーを付与する。このラビング方法としては、例えば本発明の第1の実施の形態で説明し

た同方向ラビングを採用してもよい。

【0077】ところで、リバーチルト領域は、能動素子側の第一の配向膜15Aの表面の液晶分子の配向の乱れに起因するものであるから、能動素子の無い第二の透明基板12側の第二の配向膜15Bについてだけ上記した第1～第3の配向方法を採用してもよい。この場合、液晶表示パネルの駆動電圧を低減する効果はやや劣るが、リバーチルト領域の発生を防ぐには十分な効果がある。

【0078】なお、画素領域を除く領域の配向膜のプレチルト角は大きい方が望ましい。これは、次の2つの理由による。第1の理由としては、上記した第1～第3の配向方法を施した配向膜は、一般にプレチルト角が0度程度と小さいので、画素領域以外の配向膜のプレチルト角を大きくすることにより、配向膜上でのプレチルト角の平均値を大きくすることができるからである。

【0079】第2の理由としては、リバーチルト領域の発生は、プレチルト角が大きくなるほど有効に防止されるからである。従って、画素領域以外の領域の配向膜は、ラビング条件を選ぶことによって5度以上、好ましくは10度以上に設定することが必要である。なお、一般的なプレチルト角は2～3度である。

【0080】次に、アンカリングエネルギーの調整について、より具体的に説明する。

第1例

本第1例では、ノーマリーホワイトモードの液晶表示パネルを採用した。その構造は、配向膜を除いて、本発明の第1の実施の形態の第1例と同じ構造とした。液晶は、末端にDを有する材料を使用した。従って、基本的な構造は、図1(a)、(b)と同じになる。

【0081】本例の配向膜25A、25Bを構成する樹脂として、高プレチルト角が得られる日産化学製のRN1046(商品名)を使用し、スピンコーティングと加熱を経て膜状に形成される。能動素子が形成されている第一の透明基板11側に形成された第一の配向膜25Aの平面は、図9のようになる。

【0082】第一の配向膜25Aを形成した後に、図10(a)に示すように、第一の配向膜25Aのうち画素領域13Aを第1のレジストマスク26で覆う。この後に、第一の配向膜25A表面を一定方向にラビングした。そのラビングされた第一の配向膜25A表面に供給された液晶分子のプレチルト角が約6度となることは別途調査しておいた。第1のレジストマスク26はラビング処理後に剝離される。

【0083】次に、図10(b)に示すように、金属製のフォトマスク27を通して電磁波である紫外線を第一の配向膜25Aに照射した。そのフォトマスク27は、画素領域13Aの上方に窓27Aを有するとともに、その窓27Aに偏光板28を取付けたものである。その偏光板28は、上記ラビング方向に直交する方向に紫外線を

直線偏光する構造となっている。なお、紫外線強度を約 15 J/cm^2 とした。

【0084】このような配向処理は、能動素子のない第二の透明基板12側の第二の配向膜25Bについても同様に行う。即ち、画素電極13に対向する領域には偏光された紫外線を照射し、それ以外の領域には一般的なラビングを行う。偏光された紫外線が照射された配向膜表面では、偏光された方向に液晶分子が配向する。

【0085】配向処理の後に、液晶封入工程を経て液晶表示パネルが完成する。このような配向処理がされた液晶表示パネルの液晶の飽和電圧 V_{sat} と画素の欠陥率 R を調べたところ表2に示すような結果が得られた。なお、飽和電圧 V_{sat} は、ノーマリーホワイトモードの液晶表示パネルで電極間電圧が0Vの状態での透過率を100%としたときの、透過率1%となる電圧である。ま

	第1例	比較資料1	比較資料2
V_{sat}	2.71V	3.16V	2.73V
R	0	0	~180

【0088】表2から明らかなように、第一の液晶表示パネル（比較資料1）によれば、画素の欠陥率 R は零であるが、飽和電圧 V_{sat} は低くならず、また、第二の液晶表示パネル（比較資料2）によれば、飽和電圧 V_{sat} は低くなるが画素の欠陥率 R が高いことがわかった。これに対して、図9に示す本実施形態の液晶表示パネルによれば、画素の欠陥率 R は零で、飽和電圧 V_{sat} も低くなることがわかり、紫外線照射によるアンカリングエネルギーの低減による飽和電圧の低電圧化とラビングによる配向安定性が同時に実現されていることが分かる。

【0089】ところで、第一及び第二の配向膜25A、25Bの全面にラビング処理を施した後に、上記したフォトマスク27を使用して、画素電極13上の配向膜25A、25Bにのみ偏光された紫外線を照射したところ、飽和電圧 V_{sat} が2.75V、画素の欠陥率 R は零となった。この工程によれば、レジストマスク26の形成工程が不要となるので、スループットが向上する。

【0090】第2例

第1例で示した構造の液晶表示パネルの画素電極とバスラインとの間隔を $5 \mu\text{m}$ としたところ、画素の欠陥率 R が約280となってしまった。そこで、本例では、能動素子を有する第一の透明基板11側の第一の配向膜25Aについては、第1例のような紫外線を照射せずに、全面をラビングした。また、能動素子を有しない第二の透明基板12側の第二の配向膜25Bについては、第1例と同様に、画素電極13に対向する領域に紫外線を偏光して照射し、それ以外の領域には一般的なラビングを行った。

【0091】このような配向がなされた液晶表示パネルの飽和電圧 V_{sat} は2.85、その画素の欠陥率 R は零となり、従来よりも低い電圧駆動が実現できた。

た、画素の欠陥率 R は、画素500個のうち異常領域が発生している画素数で評価した。

【0086】次に、全面に通常のラビングが施された配向膜を有する第一の液晶表示パネル（不図示）と、全面に紫外線が照射された配向膜を有する第二の液晶表示パネル（不図示）を作製し、それぞれについて液晶の飽和電圧 V_{sat} と画素の欠陥率 R を調べたところ、表2に示すような結果が得られた。なお、表2において、第一の液晶表示パネルを比較資料1として示し、第二の液晶表示パネルを比較資料2として示した。これらの液晶表示パネルは双方とも、配向膜のラビング方向を除いて、図9に示す第1例の液晶表示パネルと同じ条件、構造で形成されている。

【0087】

【表2】

第3例

第1例で示した構造の液晶表示パネルの画素電極とバスラインとの間隔を $5 \mu\text{m}$ とすると、画素の欠陥率 R が約280となる。

【0092】そこで、画素領域以外の領域の配向膜25A、25Bのプレチルト角を変えることによってその画素の欠陥率 R を低減できるかどうかを調べた。配向膜25A、25Bの材料として、プレチルト角の調整が容易な日本合成ゴム製のJALS-214（商品名）を使用した。プレチルト角の調整は、ラビング条件を変えることによって行う。例えば、ラビング回数を増やすとプレチルト角は小さくなり、ラビング布の押し込み量を大きくするとプレチルト角は小さくなる傾向にある。

【0093】このように画素領域以外の領域の配向膜25A、25Bのプレチルト角 θ を変えたところ、画素欠陥率 R とプレチルト角 θ の関係は図11のようになった。図11によれば、プレチルト角 θ が10度又はそれ以上になると画素欠陥率 R が零になることがわかった。図11に示したプレチルト角 θ の調整はラビング回数の変更によって行い、図の括弧内の数字はラビング回数を示している。

【0094】なお、図11のプレチルト角 θ の相違にかかわらずに液晶表示パネルの飽和電圧 V_{sat} は2.70~2.75Vと低くなった。

第4例

上記した第1例~第3例では、紫外線のような電磁波を画素領域の配向膜に照射してその領域のアンカリングエネルギーを低くしている。

【0095】画素領域の配向膜のアンカリングエネルギーを低くする方法として、図12(a)に示すように画素電極13上の配向膜25Aに溝25Cを形成する方法や、

直線偏光する構造となっている。なお、紫外線強度を約 1.5 J/cm^2 とした。

【0084】このような配向処理は、能動素子のない第二の透明基板12側の第二の配向膜25Bについても同様に行う。即ち、画素電極13に対向する領域には偏光された紫外線を照射し、それ以外の領域には一般的なラビングを行う。偏光された紫外線が照射された配向膜表面では、偏光された方向に液晶分子が配向する。

【0085】配向処理の後に、液晶封入工程を経て液晶表示パネルが完成する。このような配向処理がされた液晶表示パネルの液晶の飽和電圧 V_{sat} と画素の欠陥率 R を調べたところ表2に示すような結果が得られた。なお、飽和電圧 V_{sat} は、ノーマリーホワイトモードの液晶表示パネルで電極間電圧が0Vの状態での透過率を100%としたときの、透過率1%となる電圧である。ま

	第1例	比較資料1	比較資料2
V_{sat}	2.71V	3.16V	2.73V
R	0	0	~180

【0088】表2から明らかなように、第一の液晶表示パネル（比較資料1）によれば、画素の欠陥率 R は零であるが、飽和電圧 V_{sat} は低くならず、また、第二の液晶表示パネル（比較資料2）によれば、飽和電圧 V_{sat} は低くなるが画素の欠陥率 R が高いことがわかった。これに対して、図9に示す本実施形態の液晶表示パネルによれば、画素の欠陥率 R は零で、飽和電圧 V_{sat} も低くなることがわかり、紫外線照射によるアンカリングエネルギーの低減による飽和電圧の低電圧化とラビングによる配向安定性が同時に実現されていることが分かる。

【0089】ところで、第一及び第二の配向膜25A、25Bの全面にラビング処理を施した後に、上記したフォトマスク27を使用して、画素電極13上の配向膜25A、25Bにのみ偏光された紫外線を照射したところ、飽和電圧 V_{sat} が2.75V、画素の欠陥率 R は零となった。この工程によれば、レジストマスク26の形成工程が不要となるので、スループットが向上する。

【0090】第2例

第1例で示した構造の液晶表示パネルの画素電極とバスラインとの間隔を $5 \mu\text{m}$ としたところ、画素の欠陥率 R が約280となってしまった。そこで、本例では、能動素子を有する第一の透明基板11側の第一の配向膜25Aについては、第1例のような紫外線を照射せずに、全面をラビングした。また、能動素子を有しない第二の透明基板12側の第二の配向膜25Bについては、第1例と同様に、画素電極13に対向する領域に紫外線を偏光して照射し、それ以外の領域には一般的なラビングを行った。

【0091】このような配向がなされた液晶表示パネルの飽和電圧 V_{sat} は2.85、その画素の欠陥率 R は零となり、従来よりも低い電圧駆動が実現できた。

た、画素の欠陥率 R は、画素500個のうち異常領域が発生している画素数で評価した。

【0086】次に、全面に通常のラビングが施された配向膜を有する第一の液晶表示パネル（不図示）と、全面に紫外線が照射された配向膜を有する第二の液晶表示パネル（不図示）を作製し、それぞれについて液晶の飽和電圧 V_{sat} と画素の欠陥率 R を調べたところ、表2に示すような結果が得られた。なお、表2において、第一の液晶表示パネルを比較資料1として示し、第二の液晶表示パネルを比較資料2として示した。これらの液晶表示パネルは双方とも、配向膜のラビング方向を除いて、図9に示す第1例の液晶表示パネルと同じ条件、構造で形成されている。

【0087】

【表2】

第3例

第1例で示した構造の液晶表示パネルの画素電極とバスラインとの間隔を $5 \mu\text{m}$ とすると、画素の欠陥率 R が約280となる。

【0092】そこで、画素領域以外の領域の配向膜25A、25Bのプレチルト角を変えることによってその画素の欠陥率 R を低減できるかどうかを調べた。配向膜25A、25Bの材料として、プレチルト角の調整が容易な日本合成ゴム製のJALS-214（商品名）を使用した。プレチルト角の調整は、ラビング条件を変えることによって行う。例えば、ラビング回数を増やすとプレチルト角は小さくなり、ラビング布の押し込み量を大きくするとプレチルト角は小さくなる傾向にある。

【0093】このように画素領域以外の領域の配向膜25A、25Bのプレチルト角 θ を変えたところ、画素欠陥率 R とプレチルト角 θ の関係は図11のようになった。図11によれば、プレチルト角 θ が10度又はそれ以上になると画素欠陥率 R が零になることがわかった。図11に示したプレチルト角 θ の調整はラビング回数の変更によって行い、図の括弧内の数字はラビング回数を示している。

【0094】なお、図11のプレチルト角 θ の相違にかかわらずに液晶表示パネルの飽和電圧 V_{sat} は2.70~2.75Vと低くなった。

第4例

上記した第1例~第3例では、紫外線のような電磁波を画素領域の配向膜に照射してその領域のアンカリングエネルギーを低くしている。

【0095】画素領域の配向膜のアンカリングエネルギーを低くする方法として、図12(a)に示すように画素電極13上の配向膜25Aに溝25Cを形成する方法や、

図12(b)に示すように配向膜25AとしてLB膜を使用する方法がある。溝25Cが形成された配向膜25A表面の液晶分子は溝25Cの延在方向に沿って向きを揃える。また、LB膜上の液晶分子は、膜の引張方向に配向方向を揃える。

【0096】これらの方法においても、配向膜25Aの画素領域以外には、第1例と同様に一般的なラビングを施す。

第5例

アンカリングエネルギーを小さくする領域は、画素領域の全てであってもよいが、バスラインと画素電極の間の電位差による電界の影響が大きい場合には、本発明の第1の実施形態で説明したように、画素領域にある配向膜の枠状領域13Bまでラビングを施したり(図8(a)参照)、或いは、画素領域にある配向膜のうちのゲートバスライン14の寄りの領域13Dまでラビングを施してもよい(図8(b)参照)。

(第3の実施の形態) 上記した液晶表示パネルでは、能動素子型のTN液晶表示パネルについて述べているが、その他の駆動方式を用いても、同様の効果を奏する。

【0097】例えば図13(a)、(b)に示すような単純マトリクス型のTN液晶表示パネルにも適用できる。なお、図13(a)では、1つの基板と走査配線とデータ配線だけが描かれている。図13(a)、(b)において、第一の透明基板31の第一面の上には走査配線34が間隔をおいて複数本形成されている。第一の透明基板31と走査配線34は第一の配向膜35Aによって覆われている。

【0098】また、第二の透明基板32のうち第一の透明基板31に対向する側の面には、データ配線39が間隔をおいて複数本形成されている。第二の透明基板32とデータ配線39は第二の配向膜35Bによって覆われている。第一の配向膜35Aと第二の配向膜35Bは間隔をおいて互いに向き合って配置される。この場合、走査配線34とデータ配線39が直交するように第一及び第二の透明基板31、32を配置する。

【0099】また、第一の配向膜35Aと第二の配向膜35Bの間には、液晶37が封入されている。さらに、第一の透明基板31と第二の透明基板32の相反する側の面には、それぞれ偏光板38A、38Bが形成されている。このような単純マトリクス型のTN液晶表示パネルにおいては、走査配線34とデータ配線39が交差する領域が画素領域13Aとなる。

【0100】この画素領域13Aの第一の配向膜35Aの液晶分子のアンカリングエネルギーを小さくし、その画素領域13Aの周囲の第一の配向膜35Aの液晶分子のアンカリングエネルギーを大きくする。また、第二の配向膜35Bの液晶分子のアンカリングエネルギーの分布を、第一の配向膜35Aと同様にしてもよい。

【0101】これにより、画素領域13Aの液晶分子の

立ち上がりの変化を容易にして駆動電圧を低減するとともに、画素領域13A以外の領域での液晶分子の立ち上がりを緩慢にして画素の欠陥の発生を防止する。なお、アンカリングエネルギーの制御方法は、上記した第1及び第2の実施の形態によって行う。

【0102】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、配向膜のうち画素領域には低い液晶アンカリングエネルギーを付与し、またその配向膜のうち画素領域の周辺には高い液晶アンカリングエネルギーを付与したので、画素領域での液晶分子の変化が容易になるので、液晶表示装置の低駆動電圧化が可能になる。また、画素領域の周辺では液晶分子が変化しにくくなるので、画素領域・走査配線間や画素領域・データ配線間に生じる横方向の電界による画素の欠陥が防止される。

【0103】また、画素領域内の配向膜のうち周縁寄りの部分のアンカリングエネルギーを大きくしているので、画素の欠陥を確実に防止できる。アンカリングエネルギーを調整する1つの方法としては、ラビング条件を変えることである。即ち、ラビング布の押し込み量、ラビング回数、基板移動速度、ラビング布が巻かれたラビングロール回転数のほかに、ラビング布と配向膜の相対的な移動方向を変えることによってアンカリングエネルギーを変えることができる。これらの作業は、極めて簡単であり、スループットが低下することを防止できる。

【0104】このようなラビング方法を変えること以外に、アンカリングエネルギーを小さくする方法として、配向膜に溝を形成する方法、配向膜に電磁波を照射する方法、配向膜としてLB膜を使用する方法がある。即ち、配向膜のうち画素領域に、溝を形成するか、電磁波を照射するか、或いは配向膜としてLB膜を使用すればよい。また、画素領域の周囲の配向膜のアンカリングエネルギーを高くするために、画素領域の周囲の配向膜に通常のラビングを行う必要がある。これにより、液晶表示パネルの低駆動電圧化が図れ、しかも画素の欠陥の発生を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は、能動素子を有する液晶表示パネルの基本的な構造を示す平面図、図1(b)は、そのI-I線断面図である。

【図2】図2(a)、(c)は、本発明の第1の実施の形態に利用される同方向ラビングを示す側面図、図2(b)、(d)は、その第1の実施の形態に利用される逆方向ラビングを示す側面図である。

【図3】図3(a)は、本発明の第1の実施の形態で使用するラビングロールを透明基板の進行方向に対して斜めに配置する場合の同方向ラビングを示す斜視図、図3(b)は、そのラビングロールを透明基板の進行方向に対して斜めに配置する場合の逆方向ラビングを示す斜視図である。

【図4】図4は、本発明の第1の実施の形態において、同方向ラビングと逆方向ラビングによって得られたラビング回数と飽和電圧の関係を示す図である。

【図5】図5は、本発明の第1の実施の形態において、同方向ラビングと逆方向ラビングを交互に行った場合の飽和電圧の変化を示す図である。

【図6】図6は、本発明の第1の実施の形態において、1つの配向膜の同方向ラビング領域と逆方向ラビング領域の第1例を示す平面図である。

【図7】図7は、本発明の第1の実施の形態において、1つの配向膜に同方向ラビング領域と逆方向ラビング領域を形成する工程を示す断面図である。

【図8】図8(a)は、本発明の第1の実施の形態において、1つの配向膜の同方向ラビング領域と逆方向ラビング領域の第2例を示す平面図、図8(b)は、その第3の例を示す平面図である。

【図9】図9は、本発明の第2の実施の形態において、電磁線が照射される配向膜の画素領域を示す平面図である。

【図10】図10(a)は、本発明の第2の実施の形態において、画素領域の周囲の配向膜をラビングする状態を示す断面図、図10(b)は、その配向膜の画素領域に電磁線を偏光して照射する状態を示す断面図である。

【図11】図11は、本発明の第2の実施の形態において、配向膜のプレチルト角と画素の欠陥率の関係を示す図である。

【図12】図12(a)は、本発明の第2の実施の形態において、透明基板上の配向膜の画素領域に溝が形成された状態を示す断面図、図12(b)は、本発明の第2の実施の形態において、透明基板上の配向膜としてLB膜が

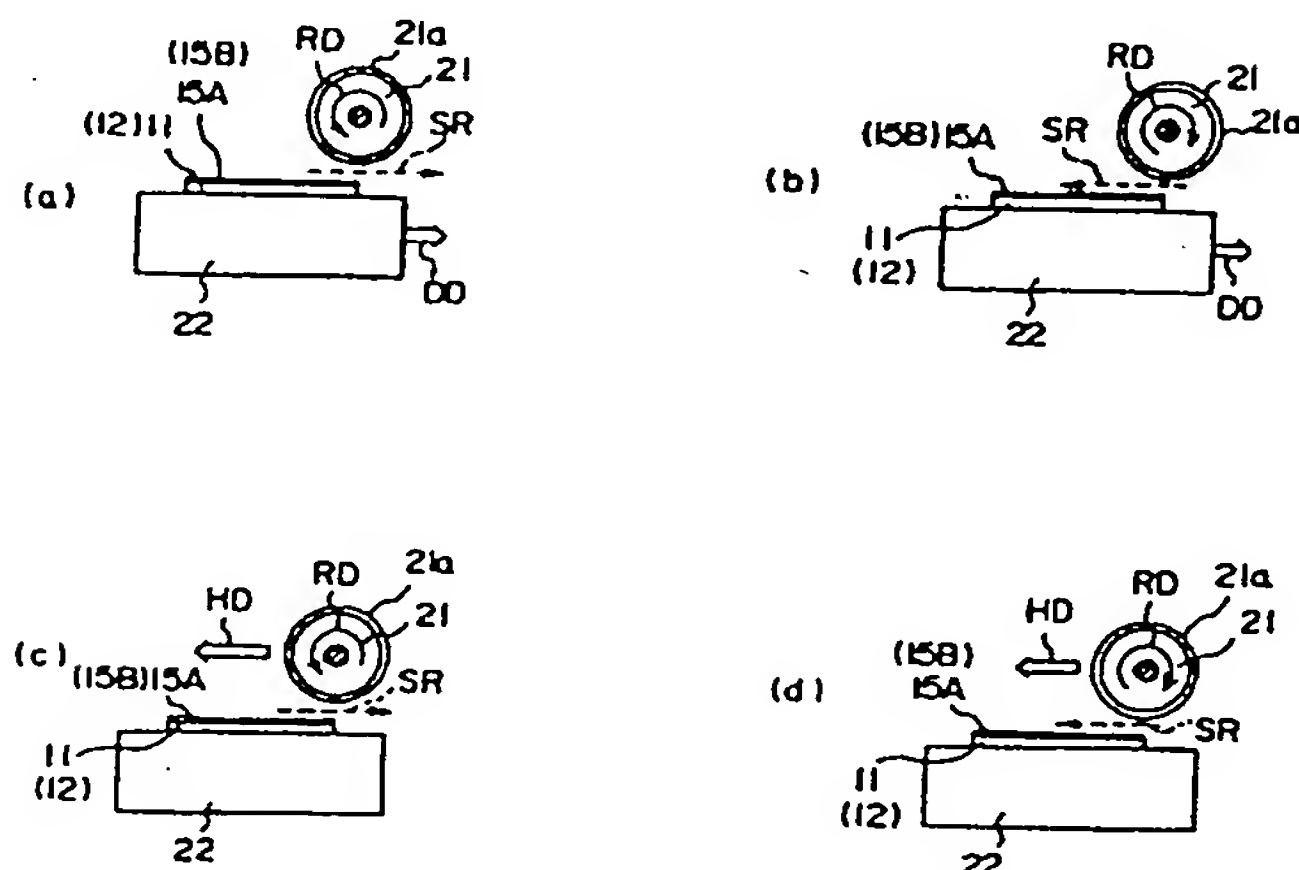
使用されている状態を示す断面図である。

【図13】図13(a)は、本発明の第3の実施の形態にかかる単純マトリクス型の液晶表示パネルを示す平面図、図13(b)は、そのII-II線断面図である。

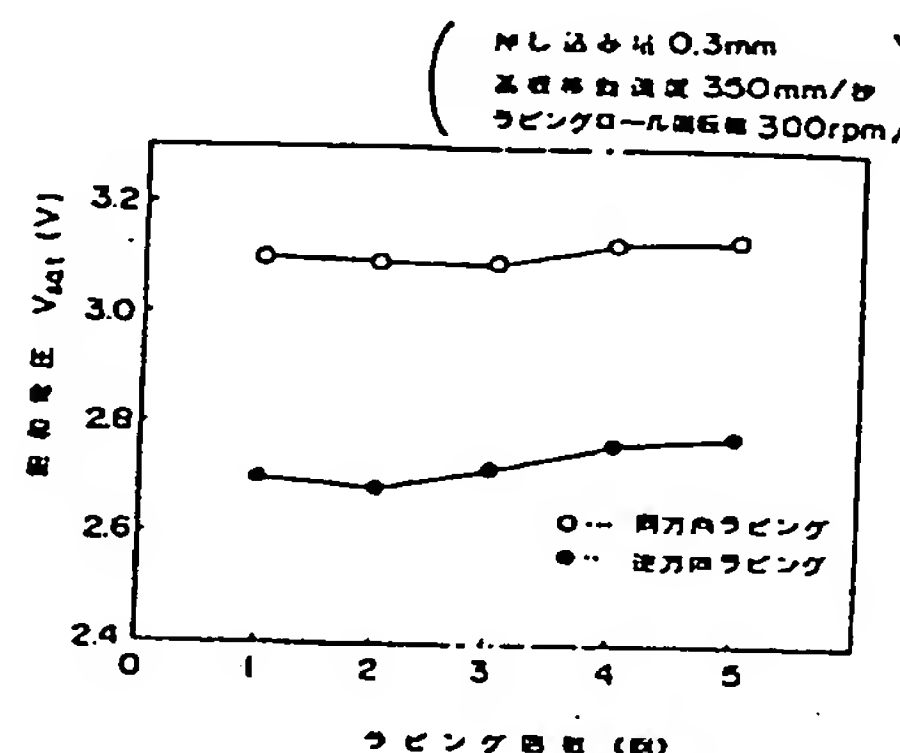
【符号の説明】

- 11 第一の透明基板
- 12 第二の透明基板
- 13 画素電極
- 13A 画素領域
- 14 走査バスライン
- 15A、15B、25A、25B 配向膜
- 16 対向電極
- 17 液晶
- 18A、18B 偏光板
- 19 データバスライン
- 20 能動素子
- 21 ラビングロール
- 21a ラビング布
- 22 ステージ
- 23、24、26 レジストマスク
- 27 フォトマスク
- 28 偏光板
- 25C 溝
- 31 第一の透明基板
- 32 第二の透明基板
- 33 画素電極
- 34 走査配線
- 35A、35B 配向膜
- 37 液晶
- 39 データ配線

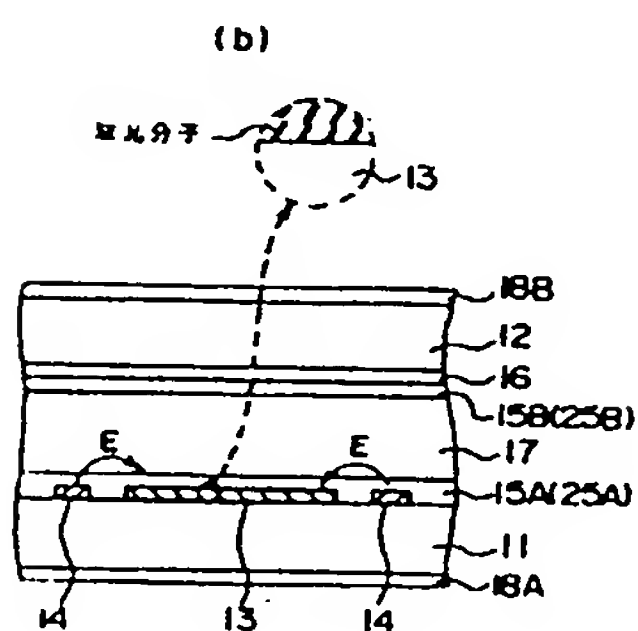
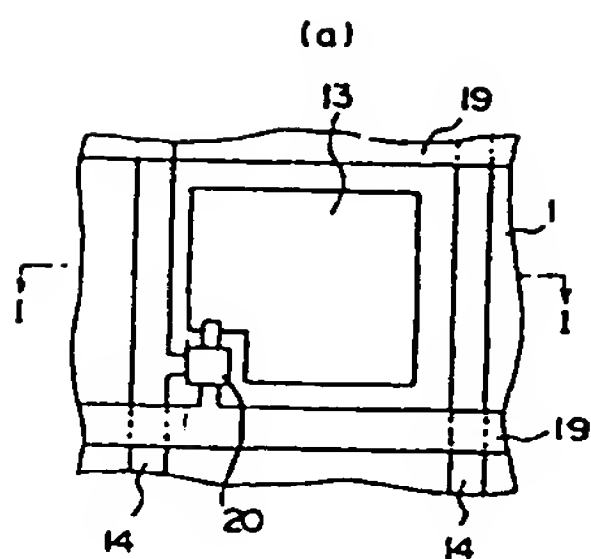
【図2】



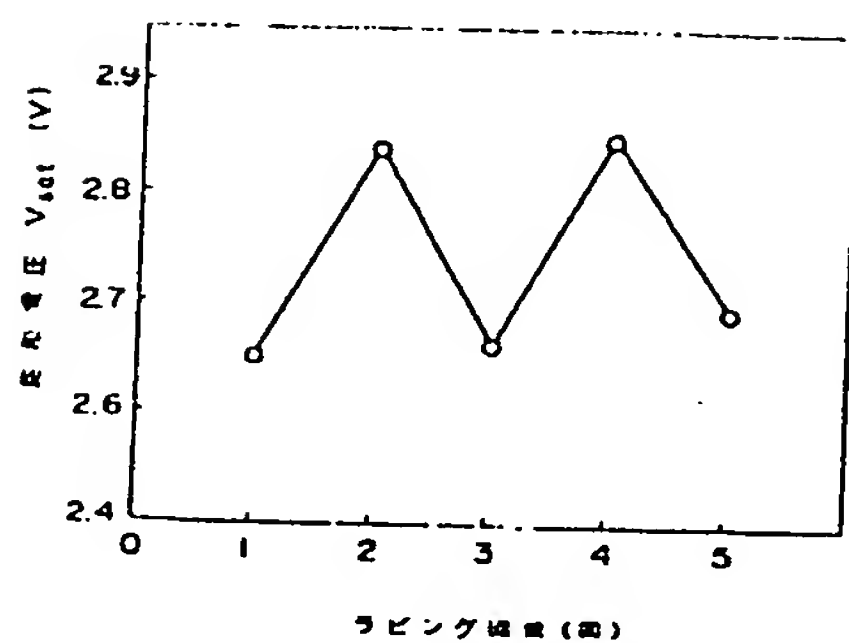
【図4】



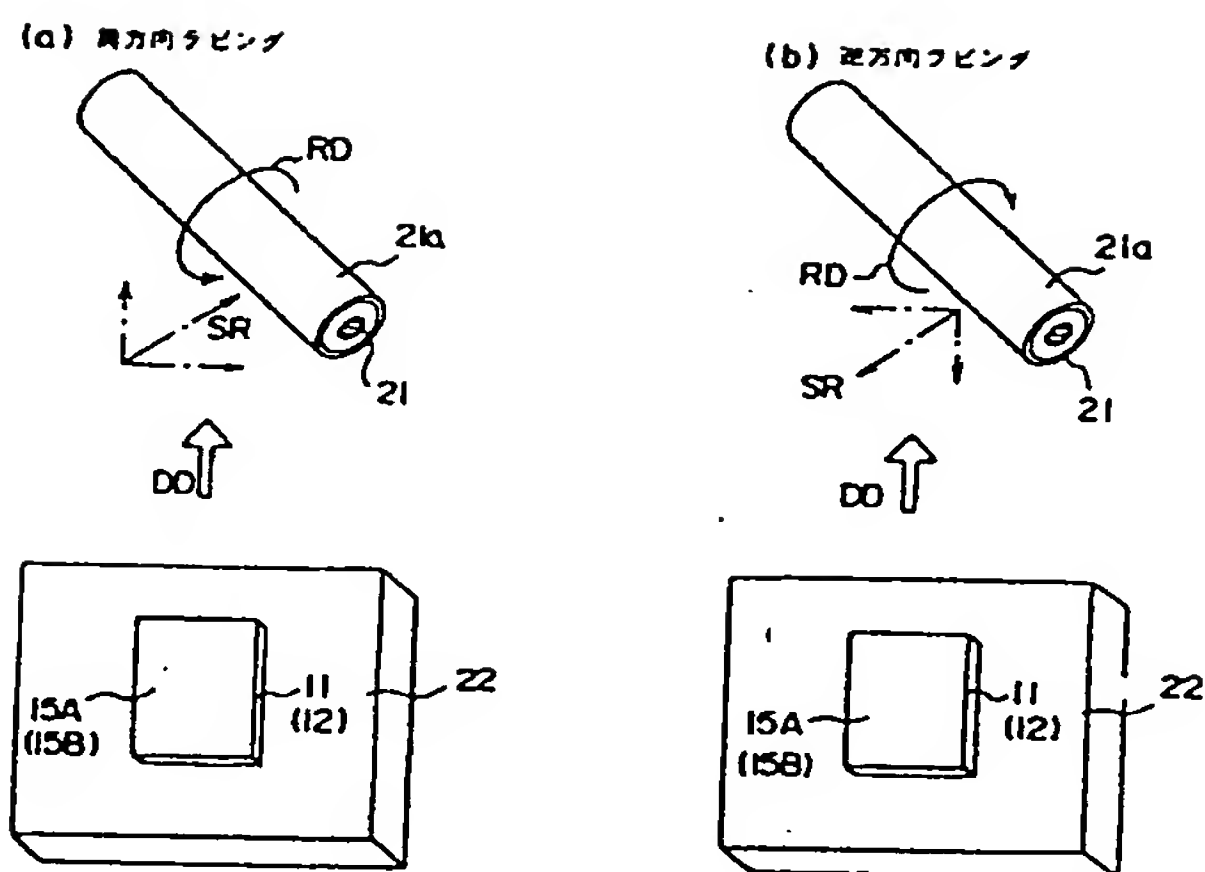
【図1】



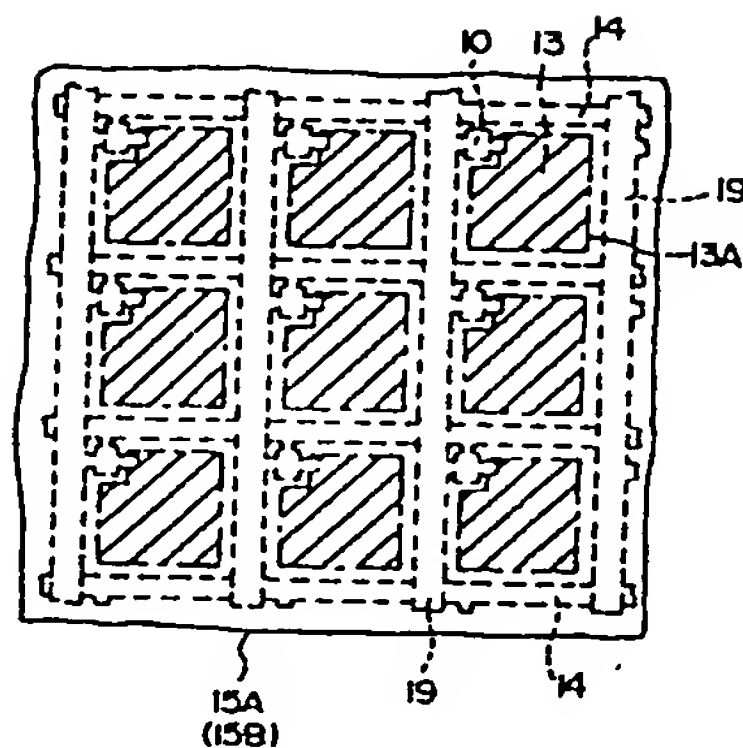
【図5】



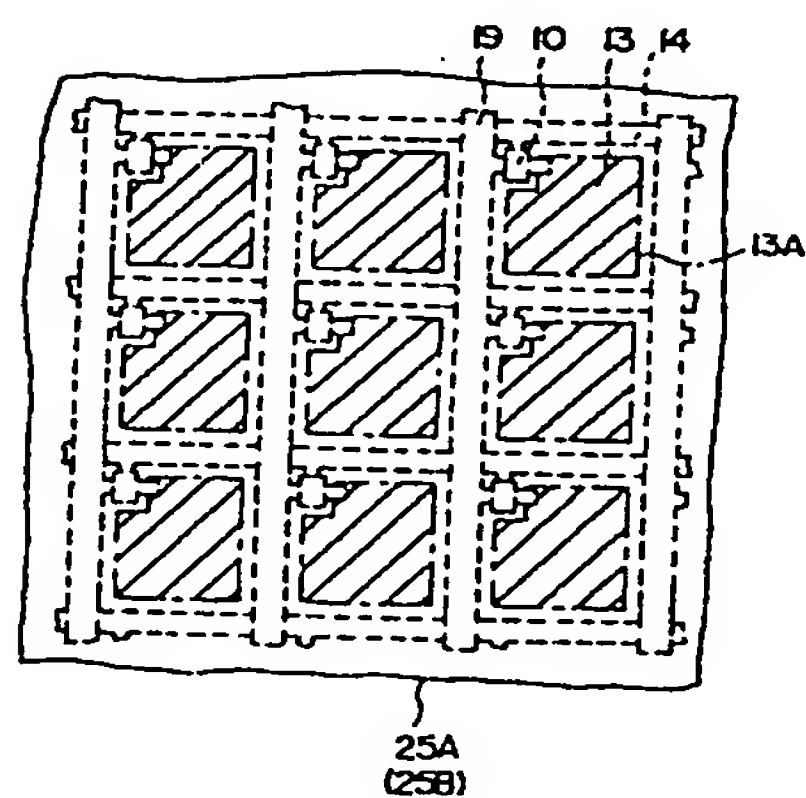
【図3】



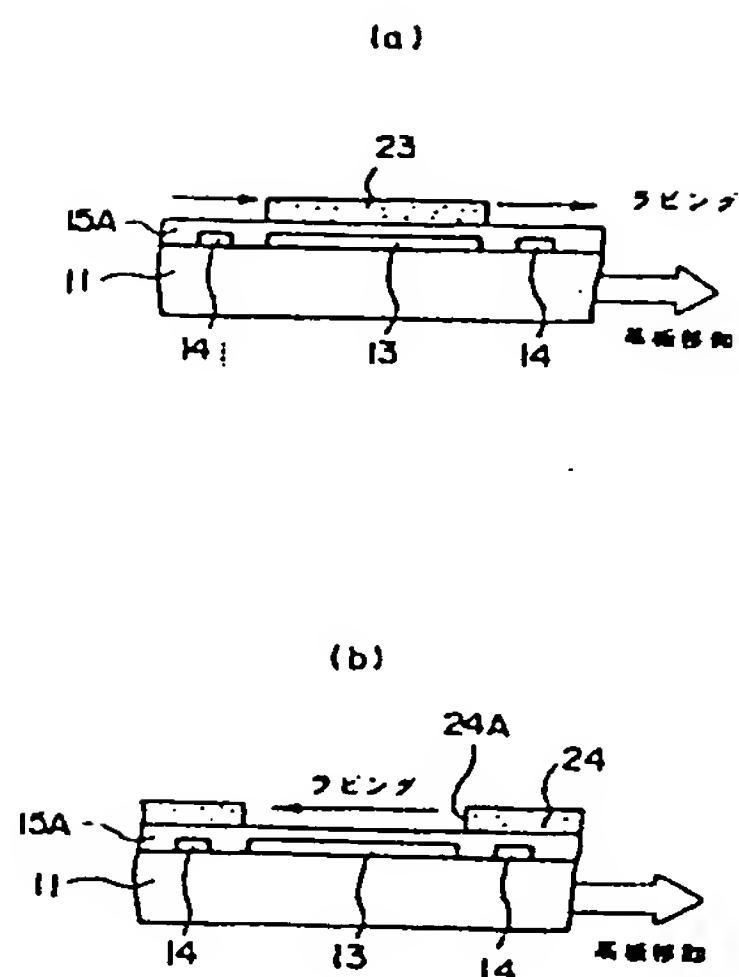
【図6】



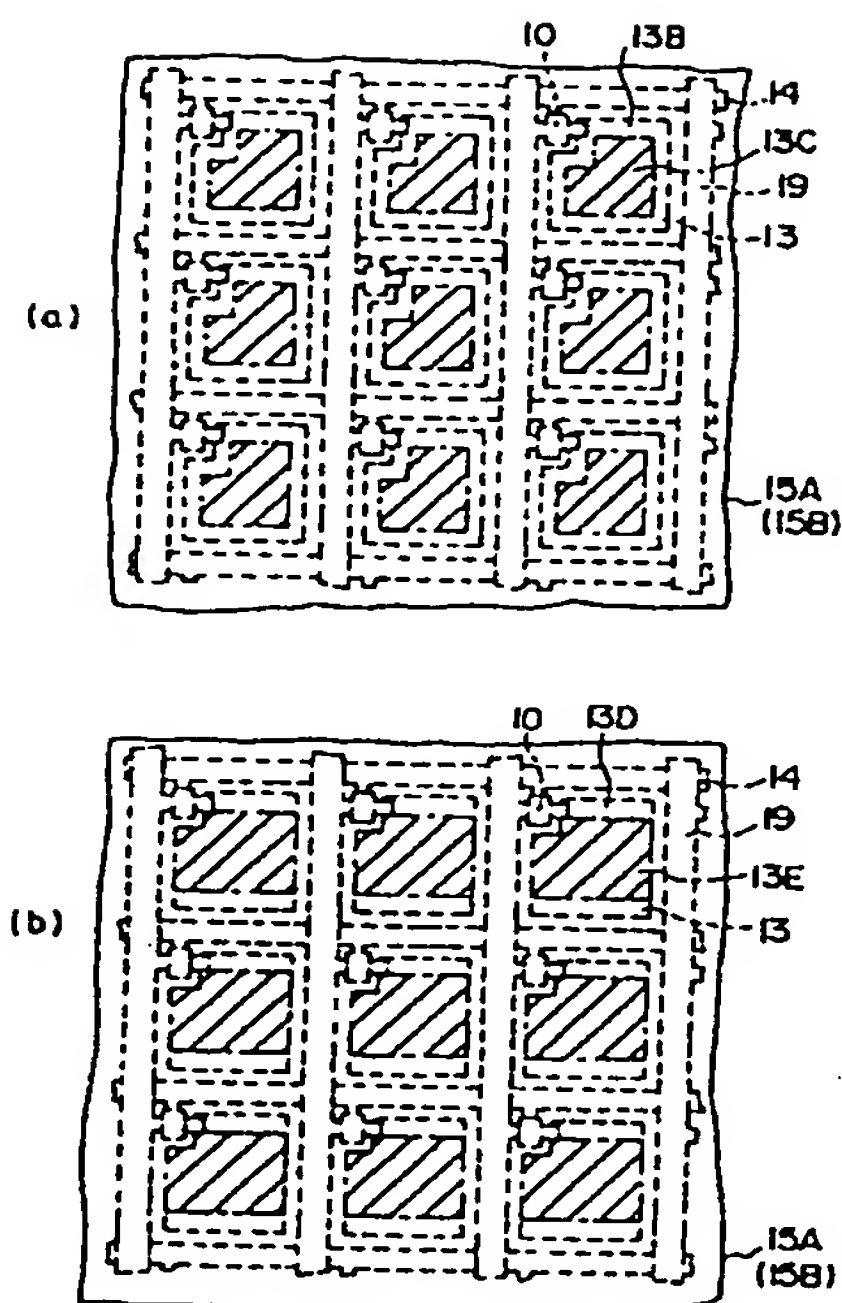
【図9】



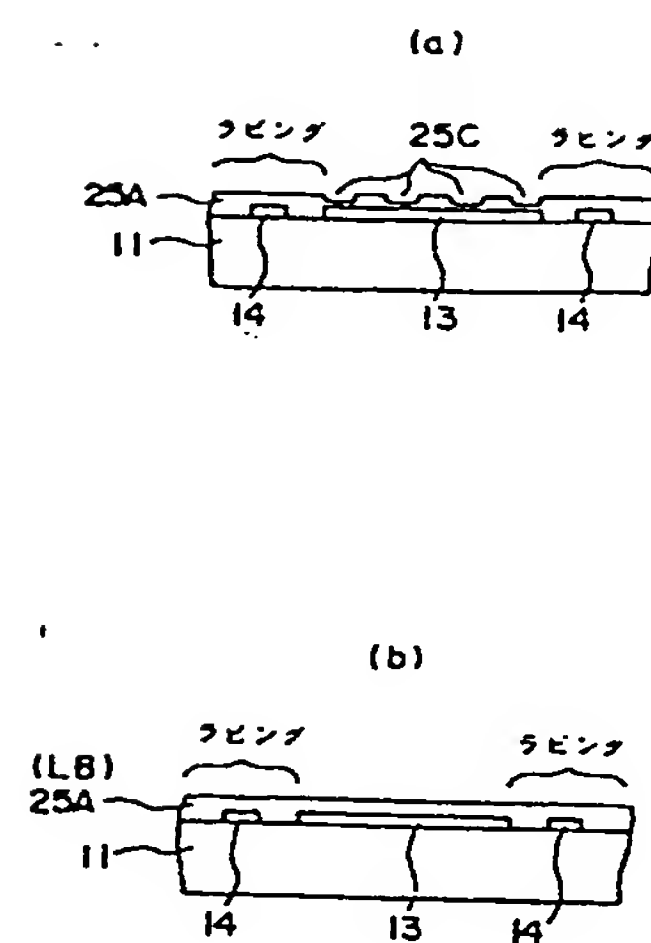
【図7】



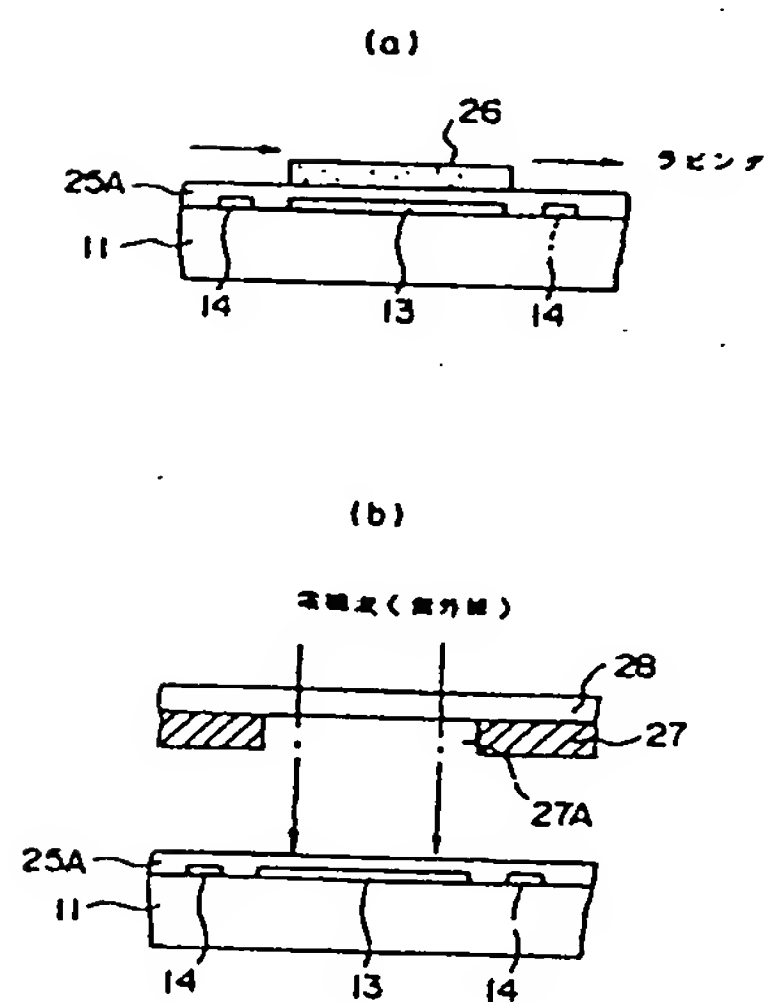
【図8】



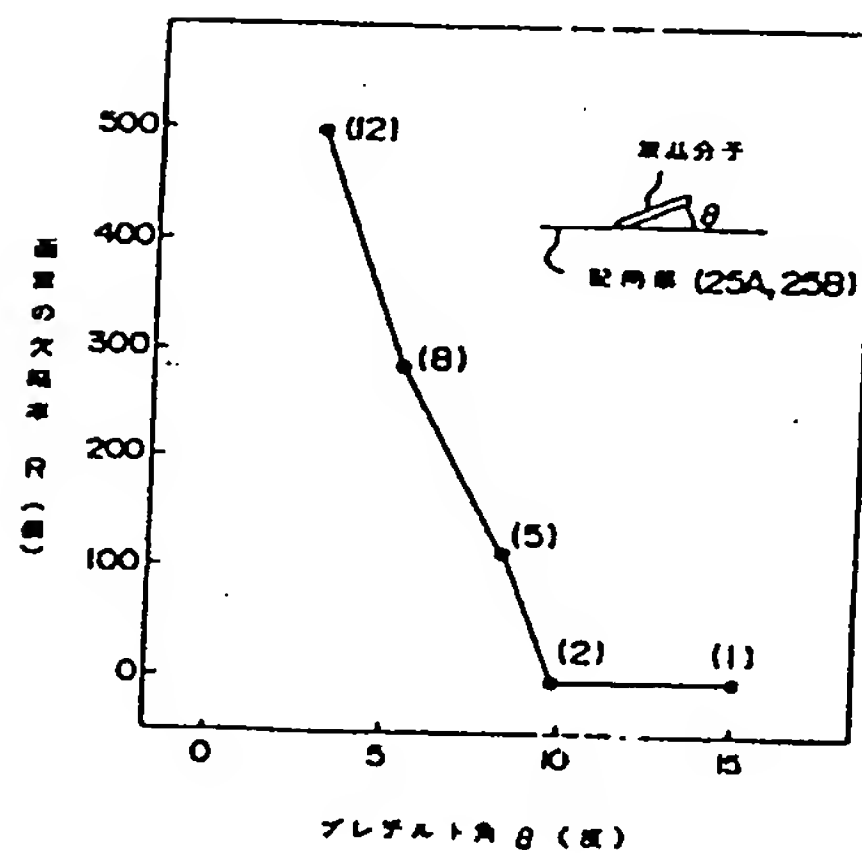
【図12】



【図10】



【図11】



【図13】

